

# 菌核病对关中地区不同油菜品种 产量及品质的影响

缪平贵<sup>1</sup>, 任军荣<sup>1</sup>, 张智<sup>1</sup>, 周忠玉<sup>2</sup>, 姜丽霞<sup>1</sup>, 陈妙妙<sup>1</sup>

(1. 陕西省杂交油菜研究中心, 陕西 杨凌 712100;

2. 杨凌气象局, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 通过探究不同油菜品种对菌核病的抗性以及菌核病对陕西关中地区不同油菜品种产量、品质的影响, 为油菜生产提供技术支持, 本试验对陕西关中地区不同油菜品种成熟期菌核病田间发病率、病情指数进行了调查, 并测定了生物量、籽粒产量、含油量、硫苷含量和芥酸含量等指标。结果表明, 不同油菜品种受核盘菌侵害时, 田间发病率、病情指数等均存在明显差异; 菌核病使油菜生物量降低 4.20%~45.15%, 籽粒产量降低 20.74%~40.51%, 含油量降低 0.32~3.78 个百分点, 硫苷含量增加 2.83%~40.64%, 芥酸含量增加 11.02%~87.85%, 严重影响油菜产量及品质。参试的 8 个油菜品种中筛选出秦优 797 和核油 919 两个抗菌核病品种, 可为陕西关中地区油菜菌核病抗性品种的筛选、推广应用提供技术支持。

**关键词:** 油菜; 菌核病; 病情指数; 产量; 品质

**中图分类号:** S565.4; S435.654 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2025)02-0182-06

**doi:** 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.02.015

## Effects of *Sclerotinia sclerotiorum* on the Yield and Quality of Different Rapeseed Varieties in Guanzhong Region

MIAO Pinggui<sup>1</sup>, REN Junrong<sup>1</sup>, ZHANG Zhi<sup>1</sup>, ZHOU Zhongyu<sup>2</sup>, JIANG Lixia<sup>1</sup>, CHEN Miaomiao<sup>1</sup>

(1. Hybrid Rapeseed Research Centre of Shaanxi Province, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. Yangling Meteorological Bureau, Yangling Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** In order to explore the resistance of different rapeseed varieties to *Sclerotinia sclerotiorum* and the impact of *Sclerotinia sclerotiorum* on the yield and quality of different rapeseed varieties in Guanzhong, Shaanxi Province, this experiment investigated the field incidence and disease index of *Sclerotinia sclerotiorum* during the maturity period of different rapeseed varieties in Guanzhong, Shaanxi Province, and measured indicators such as biomass, grain yield, oil content, glucosinolate content and erucic acid content. Results showed that when different rapeseed varieties were attacked by *Sclerotia sclerotiorum*, there were significant differences in field disease incidence and disease index. *Sclerotinia sclerotiorum* reduced the biomass of rapeseed by 4.20% to 45.15%, the grain yield by 20.74% to 40.51%, and oil content by 0.32 to 3.78 percentage points, respectively, whereas the glucosinolate content and erucic acid content were increased by 2.83% to 40.64% and 11.02% to 87.85%, respectively, which seriously affected the yield and quality of rape. Among the 8 rapeseed varieties tested, 2 varieties resistant to *Sclerotinia sclerotiorum*, namely Qinyou 797 and Heyou 919, were screened out. This can provide technical support for the screening, promotion, and application of rapeseed varieties resistant to *Sclerotinia sclerotiorum* in the Guanzhong region of Shaanxi Province.

**Key words:** Rapeseed; *Sclerotinia sclerotiorum*; Disease index; Yield; Quality

油菜是我国主要油料作物之一, 菜籽油约占国产食用植物油 50%左右, 在食用油供给方面具有重要地位<sup>[1-3]</sup>。油菜作为陕西省的主要油料作物, 面积和总产量均占全省油料作物的 25%左右, 陕西关中地区常年油菜种植面积在 7.5 万 hm<sup>2</sup>, 是

陕西省油菜主要种植区<sup>[4]</sup>。菌核病是油菜生产中的主要病害, 严重危害油菜产业发展。油菜菌核病是由核盘菌引起的世界性病害, 发病油菜在整个生育期都会受菌核病的危害, 无法根治。一般年份植株发病率为 10%~30%, 特殊年份发病率

收稿日期: 2024-06-14; 修订日期: 2025-01-05

基金项目: 陕西省农业协同创新与推广联盟项目(LM202311)。

作者简介: 缪平贵(1992—), 男, 甘肃庆阳人, 研究实习员, 主要从事油菜栽培技术研究工作。Email: 578329308@qq.com。

通信作者: 任军荣(1971—), 男, 陕西杨凌人, 研究员, 主要从事油菜良种繁育及栽培技术研究工作。Email: 1244701105@qq.com。

高达 80% 以上, 减产 10%~30%, 含油量降低 1~3 个百分点, 严重影响油菜产量及品质<sup>[5-6]</sup>。陕西关中地区气候相对干燥, 菌核病发病率一般在 10% 左右, 但随着近年油菜花期降水量增多, 菌核病发病率逐年增高。目前, 油菜菌核病的防治主要依赖药剂拌种、喷施化学药剂、水旱轮作栽培等措施。长期使用化学杀菌剂易造成水土资源污染, 并使核盘菌产生抗药性, 造成生产成本增加, 因此开展油菜菌核病绿色防控技术研究意义重大。筛选和利用抗病品种是防治病害发生的最安全、最环保的方法之一。因此, 我们研究了不同油菜品种对菌核病的抗病性, 以及菌核病对不同品种油菜生物量和品质的影响, 以期筛选出适宜陕西关中地区种植的抗菌核病油菜品种, 为该区油菜生产提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试油菜品种为 2022—2023 年度全国油菜科技大会已进行登记的规模展示品种 8 个, 品种及来源见表 1。

### 1.2 试验区概况

试验于 2022 年 9 月至 2023 年 5 月在陕西省杂交油菜研究中心试验地进行。试验区海拔 521 m, 属于半湿润易旱区, 年平均气温 13 ℃, 年平均降水量 580 mm, 降水主要集中在每年 6—9 月, 年蒸发量约 1 500 mm。试验地年日照时长 2 463.8 h, 无霜期 210 d。

### 1.3 研究区域气候条件

据杨凌气象局统计资料显示, 试验区 2023 年为平水年, 油菜生育期内(2022 年 9 月至 2023 年 5 月)总降水量为 458.4 mm, 但油菜花期(4 月)内出现持续降水, 降水量呈现季节性分配不均, 油菜生育期内平均气温 9.93 ℃, 与往年基本一致(图 1)。

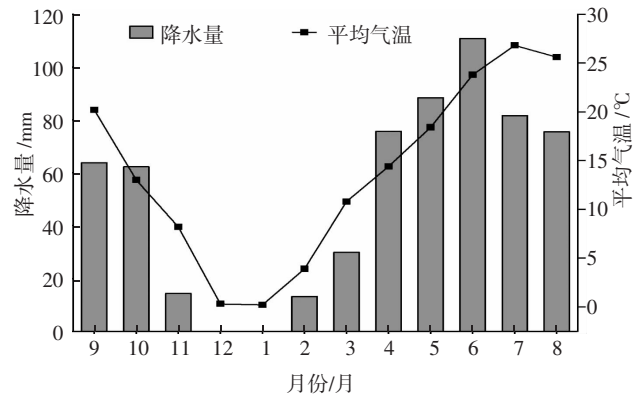


图 1 2022—2023 年杨凌区降水量及平均气温

### 1.4 试验方法

试验于 2022 年 9 月采用油菜专用播种机播种, 行距 40 cm, 每个品种播种面积 960.0 m<sup>2</sup> (100.0 m × 9.6 m), 2023 年 5 月下旬收获。在油菜生育期内不灌溉, 除拔草和冬季追施尿素 75 kg/hm<sup>2</sup> 外不进行其他管理。油菜成熟期对各品种油菜菌核病发生情况进行调查。

### 1.5 测定指标

1.5.1 田间病害调查方法 从田块 4 个角的 2 条对角线的交驻点, 以及交驻点到 4 个角的中间点 5 点取样, 每个取样点连续调查 50 株。病害症状及

表 1 供试油菜品种、编号及来源

供试品种	登记编号	来源
陕油57	GPD油菜(2023)610125	西北农林科技大学
秦优797	GPD油菜(2022)610248	陕西省杂交油菜研究中心
陕油1732	GPD油菜(2020)610254	西北农林科技大学
陕油28	GPD油菜(2019)610096	西北农林科技大学
秦优2096	GPD油菜(2023)610153	陕西省杂交油菜研究中心
秦优1618	GPD油菜(2019)610072	陕西省杂交油菜研究中心
核油919	GPD油菜(2022)610112	汉中市农业科学院
秦油45	GPD油菜(2022)610423	咸阳市农业科学院

表 2 油菜菌核病病情严重度分级标准

严重度分级/级	病症描述
0	无可见发病症状
1	油菜植株 1/3 以下分支数发病, 或主茎病斑长度不超过 3 cm
2	油菜植株 1/3~2/3 分支数发病, 或发病分支数在 1/3 以下, 但主茎病斑长度超过 3 cm
3	油菜植株 2/3 分支数发病, 或发病分支数在 2/3 以下, 但主茎中下部病斑长度超过 3 cm

病级划分参考覃艳丽等<sup>[1]</sup>分级方法，具体标准见表 2。

$$\text{发病率} = (\text{病株数} / \text{调查总株数}) \times 100\%$$

1.5.2 抗病等级标准 病情指数是全面综合评价油菜菌核病发病率与严重程度的指标，选取供试品种的平均病情指数(*I*)为对照，计算相对抗性指数(*RRI*)。常用 *RRI* 来评价油菜菌核病的抗病等级<sup>[7-8]</sup>，具体标准见表 3。病情指数(*I*)和 *RRI* 计算公式如下。

表 3 油菜菌核病抗病等级标准

抗性评价	相对抗性指数( <i>RRI</i> )
高抗(HR)	$RRI \leq -1.2$
中抗(MR)	$-1.2 < RRI \leq -0.7$
低抗(LR)	$-0.7 < RRI \leq 0$
低感(LS)	$0 < RRI \leq 0.9$
中感(MS)	$0.9 < RRI \leq 2.0$
高感(HS)	$RRI > 2.0$

$$I = \frac{\sum (d_i \times l_i)}{L \times \text{最高病级指数}} \times 100$$

$$RRI = \ln \frac{DIm}{100 - DIm} - \ln \frac{DIck}{100 - DIck}$$

式中，*I* 表示病情指数，*d<sub>i</sub>* 表示各严重度级值，*l<sub>i</sub>* 表示各严重度级值对应株数，*L* 表示调查总株数；*RRI* 表示相对抗性指数，*DIm* 表示供试材料的病情指数，*DIck* 表示对照材料的病情指数。

1.5.3 品质测定 每个油菜品种健康植株(健株)与发病植株(病株)各连续取 10 株测定品质，油菜的含油量、芥酸含量、硫苷含量等使用近红外分析仪 DS2500F(Foss)测定<sup>[9]</sup>。

1.5.4 生物量与籽粒产量测定 每个油菜品种健株与病株各连续取样 10 株测定油菜鲜重，即生物量。待油菜自然风干后脱粒，测定籽粒产量，重复 3 次。

### 1.6 数据分析

使用 Excel 2016、SPSS 27.0、Origin 2021 软件进行数据统计、方差分析和作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同油菜品种菌核病抗病性表现

由表 4 可知，不同油菜品种菌核病发病率存在明显差异。秦优 797 和核油 919 发病率较低，均为 20%；陕油 57、陕油 1732 发病率较高，分别为 70%、50%。核油 919、秦优 797 病情指数较低，分别为 11.5、8.5；秦油 45、陕油 1732、陕油 57 病情

表 4 不同参试油菜品种菌核病抗性评价

供试品种	发病率 /%	病情指数 ( <i>I</i> )	相对抗性指数 ( <i>RRI</i> )	抗性评价
陕油 57	70	42.0	0.92	中感(MS)
秦优 797	20	8.5	-0.79	中抗(MR)
陕油 1732	50	26.5	0.23	低感(LS)
陕油 28	40	17.5	-0.30	低抗(LR)
秦优 2096	34	14.0	-0.57	低抗(LR)
秦优 1618	32	14.5	-0.53	低抗(LR)
核油 919	20	11.5	-0.79	中抗(MR)
秦油 45	40	21.0	-0.08	低抗(LR)

指数较高，为 21.0、26.5、42.0。参试品种中，秦优 797 和核油 919 中抗菌核病，*RRI* 均为 -0.79；陕油 28、秦优 2096、秦优 1618、秦油 45 低抗菌核病，*RRI* 分别为 -0.30、-0.57、-0.53、-0.08；陕油 57 表现为中感，*RRI* 为 0.92。为进一步验证病情指数与发病率间的关系，对参试品种发病率与病情指数进行回归分析，二者呈显著正相关( $P=0.0106$ )，说明菌核病发病率越高病情指数就越高(图 2)。

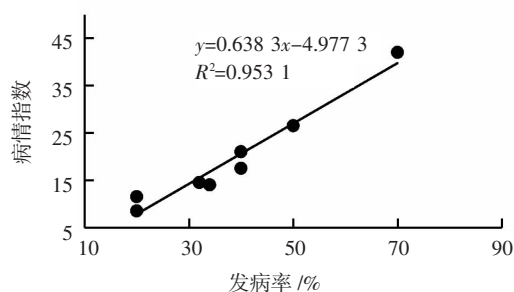


图 2 油菜菌核病发病率与病情指数关系

### 2.2 菌核病对油菜生物量的影响

如图 3 所示，不同参试油菜品种生物学产量

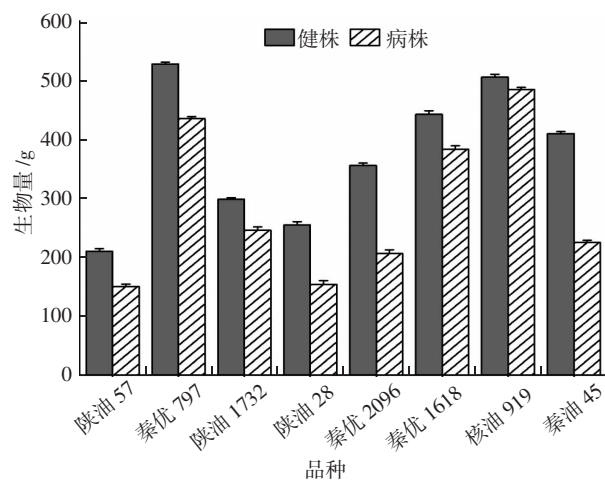


图 3 不同油菜品种的生物量

存在差异。在受核盘菌侵染后, 所有参试油菜品种生物量均存在不同程度减少, 减产幅度为 4.20% ~ 45.15%。其中, 陕油 28、秦优 2096、秦油 45 的病株生物量较健株分别减少 39.62%、42.06%、45.15%, 减产幅度较大; 陕油 57、秦优 797、陕油 1732 生物量分别减少 28.53%、17.55%、17.60%; 秦优 1618 和核油 919 生物量分别降低 13.42%、4.20%, 减产幅度较小。

### 2.3 菌核病对油菜籽粒产量的影响

由图 4 可知, 菌核病对油菜籽粒产量影响较大, 不同参试品种抗病性不同而导致减产幅度存在差异, 籽粒产量降低幅度为 20.74% ~ 40.51%。其中秦油 45、陕油 28、秦优 1618 病株籽粒产量较健株分别降低 40.51%、39.59%、34.03%; 秦优 797 和核油 919 减产相对较少, 分别降低 20.74%、21.70%。

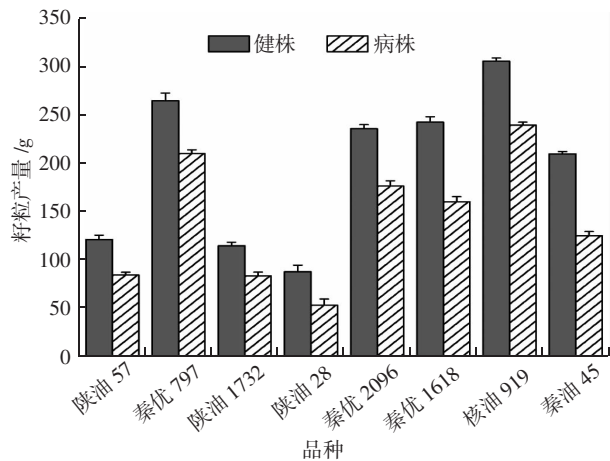


图 4 不同油菜品种的籽粒产量

### 2.4 菌核病对油菜含油量的影响

由图 5 可以看出, 不同油菜品种受菌核病危害时, 其含油量变化存在差异。各参试油菜品种受核盘菌侵染后, 含油量降低 0.32~3.78 个百分点。其中, 秦优 797、核油 919 含油量分别为 47.94%、46.76%, 感病后含油量降幅较小, 分别降低 0.49、0.32 个百分点; 陕油 1732 含油量降幅最大。

### 2.5 菌核病对油菜硫苷含量的影响

由图 6 可以看出, 不同油菜品种受核盘菌侵染时, 硫苷含量存在差异, 但整体呈升高趋势, 硫苷含量增加 2.83% ~ 40.64%。其中秦优 1618、陕油 1732 籽粒硫苷含量增幅较大, 较健株油菜籽

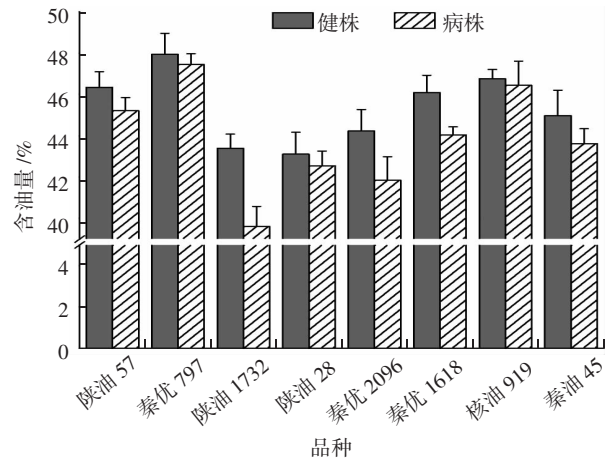


图 5 不同油菜品种的含油量

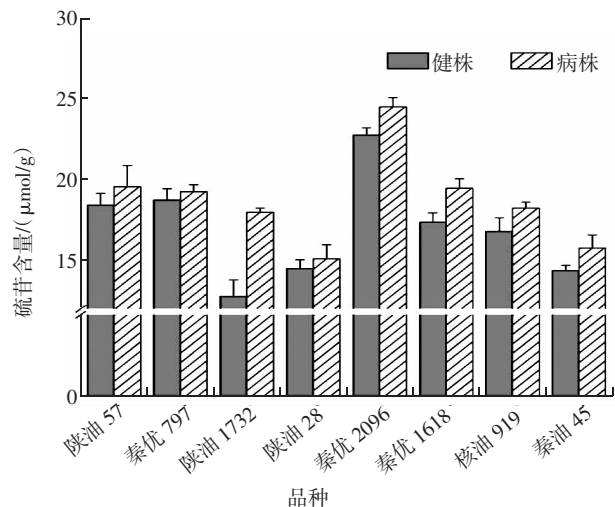


图 6 不同油菜品种的硫苷含量

分别增加了 12.05%、40.64%; 秦优 797、陕油 28、核油 919 籽粒硫苷含量增加较少, 较健株油菜籽分别增加 2.83%、4.14%、8.52%。

### 2.6 菌核病对油菜芥酸含量的影响

由图 7 可以看出, 8 个油菜品种受核盘菌侵害

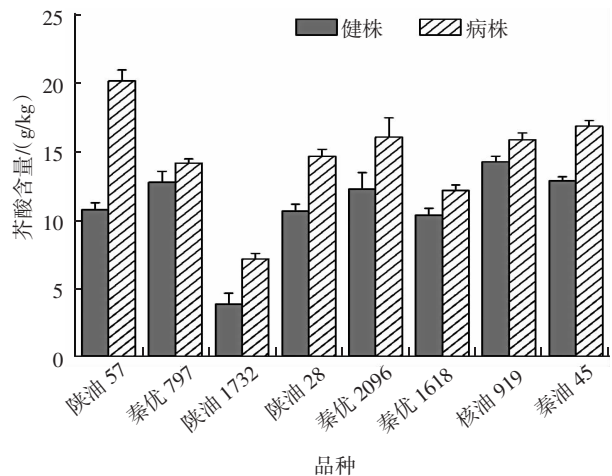


图 7 不同油菜品种的芥酸含量

时,籽粒中芥酸含量存在差异,但整体呈增加趋势,芥酸含量增加 11.02%~87.85%。陕油 57、陕油 1732 籽粒芥酸含量增幅较大,较健株油菜籽芥酸含量分别增加 87.85%、86.84%;秦优 797、核油 919 健株籽粒芥酸含量分别为 12.7、14.2 g/kg,受核盘菌侵害时芥酸含量增加较少,较健株籽粒增加 11.02%、11.27%。

### 3 讨论与结论

油菜菌核病是影响油菜产量及品质的主要病害,温度、湿度是影响菌核病发生的重要因子,潮湿的环境为核盘菌的萌发创造了有利环境。陕西关中地区气候相对干燥,菌核病发病率一般在 10%以下,特殊年份发病率可达 80%以上<sup>[10]</sup>。油菜花期是油菜菌核病高发期,3、4 月份是陕西省关中地区油菜花期,同时也是田间油菜菌核萌发产生子囊盘和子囊盘释放分生孢子、浸染花瓣期;3、4 月份平均温度 12.6 ℃,平均降水量 52.8 mm,在温、湿度适宜及 4 月份持续阴雨天气等条件下,有利于促进田间菌核萌发,从而导致田间菌核病发病率增高。研究表明,油菜花期平均气温、相对湿度、降水量、降水天数对菌核病发生有显著影响<sup>[11-13]</sup>。本试验调查了 8 个不同供试油菜品种的抗病性表现,发现不同油菜品种受核盘菌侵害时田间发病率、病情指数等均存在明显差异,筛选出秦优 797 和核油 919 两个中抗菌核病品种。

核盘菌侵染油菜分泌的果胶解酶类、纤维素酶能够破坏植物细胞,促使气孔张开,引发叶片脱水,同时分泌的草酸会和细胞壁中的  $\text{Ca}^{2+}$  结合形成草酸钙盐晶体,堵塞植株维管束及导管,妨碍植株体内水分及营养物质运输,引起植株萎蔫,甚至枯死,造成油菜生物量减少<sup>[14-15]</sup>。本研究中,不同油菜品种生物量减少因品种特性而存在差异,减产幅度为 4.20%~45.15%,其中陕油 28、秦优 2096、秦油 45 生物量降低幅度较大,分别降低 39.62%、42.06%、45.15%;秦优 797、核油 919 的生物量降低幅度较小,分别降低 17.55%、4.20%。核盘菌侵染过程会造成植株缺水,导致光合产物生成量减少以及影响光合产物运输;同时核盘菌分泌的草酸能够增强光抑制作用,降解光合色素,影响寄主的光合作用,进而造成油菜减产<sup>[16]</sup>。核盘菌会堵塞植株维管束系统,阻碍水分

和养分运输,使得植株生长缓慢、矮小、生物量积累减少,进而影响产量<sup>[17]</sup>。同时,病原菌侵染油菜严重时会导致油菜茎秆腐烂,影响植株的水分和养分运输,使植株提前死亡,从而造成减产,甚至绝收。一般来说,生物量越大,获得高产的潜力也就越大<sup>[18]</sup>。本研究中,参试品种受病原菌侵染后均存在减产现象,籽粒产量降低 20.74%~40.51%,其中秦油 45、陕油 28、秦优 1618 和病株较健株籽粒产量分别降低 40.51%、39.59%、34.03%;品种秦优 797 和核油 919 产量减产相对较少,分别降低 20.74%、21.70%。

双低菜籽油因其芥酸、硫苷含量较低,富有营养价值而备受青睐。研究表明,动物大量摄入芥酸含量高的菜籽油,可导致心肌病变、动物生长发育不良<sup>[19]</sup>。因此,菜籽油中芥酸含量的高低,决定菜油的营养品质和健康价值。油菜籽加工后的饼粕中含有丰富的蛋白质,因此常用做动物蛋白饲料,但籽粒中硫苷在加工时会被内源芥子酶水解为异硫氰酸酯(Isothiocyanates, ITCs)、硫氰酸酯和腈类化合物等,这些物质会影响食用动物的消化系统功能,造成消化不良,甚至死亡<sup>[20]</sup>。8 个参试油菜品种在核盘菌侵染时,籽粒中芥酸含量增加 11.02%~87.85%,硫苷含量增加 2.83%~40.64%,含油量降低 0.32~3.78 个百分点,严重影响油菜品质。秦优 797 和核油 919 感病后芥酸含量分别较健株籽粒增加 11.02%、11.27%,硫苷含量分别增加 2.83%、8.52%,含油量分别降低 0.49、0.32 个百分点。上述两个品种感染菌核病后品质变化幅度较小,在生产上有推广利用价值。

本研究调查了来自不同地区的 8 个油菜品种在陕西关中地区菌核病发病情况以及发病指数,并根据病株率、病情指数、产量和品质筛选出了抗菌核病的品种秦优 797、核油 919,可作为陕西关中地区油菜菌核病抗性品种进行推广应用。

### 参考文献:

- [1] 覃艳丽,曹艳红,郑普乐,等.不同油菜品种菌核病抗性比较[J].湖北植保,2020(1):31-32;35.
- [2] 刘成,冯中朝,肖唐华,等.我国油菜产业发展现状、潜力及对策[J].中国油料作物学报,2019,41(4):485-489.
- [3] 王秀芳.天水地区冬油菜化肥减量增效试验结果初报[J].寒旱农业科学,2023,2(10):937-940.

- [4] 甘国渝, 邹家龙, 陈曦, 等. 中国油菜生产格局与施肥研究现状[J]. 湖北农业科学, 2022, 61(1): 5-11.
- [5] 张智, 孔建, 李永红, 等. 陕西省油菜产业发展现状、存在问题及发展对策[J]. 中国种业, 2020(7): 36-38.
- [6] 张吉昌, 王海丽, 郑克明, 等. 陕南油菜菌核病防控技术模式研究[J]. 陕西农业科学, 2014, 60(9): 33-34.
- [7] 雷蕾, 梁龙兵, 秦信蓉, 等. 抗菌核病甘蓝型油菜种质的筛选与鉴定[J]. 种子, 2020, 39(3): 29-33.
- [8] 张亚宏, 张岩, 张桂荣, 等. 优质甘蓝型冬油菜新品种天油 18 号选育报告[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(11): 1013-1016.
- [9] 姜丽霞, 任军荣, 张智, 等. 收获期对不同熟期油菜品种产量及品质的影响[J]. 中国种业, 2023(9): 100-104.
- [10] 张强. 陕西省油菜菌核病菌遗传多样性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [11] 蔡俊松. 重庆市油菜菌核病发生规律及菌核病菌多样性研究[D]. 重庆: 西南大学, 2021.
- [12] 秦虎强, 高小宁, 韩青梅, 等. 油菜菌核病发生流行与菌源量、气候因子关系分析及病情预测模型的建立[J]. 植物保护学报, 2018, 45(3): 496-502.
- [13] 张建忠, 邵兴华, 肖红艳. 油菜菌核病的发生与防治研究进展[J]. 南方农业学报, 2012, 43(4): 467-471.
- [14] 卢晶晶, 赵津, 申童, 等. 作物菌核病病原菌致病机制及菌核病防治研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2022(8): 128-133.
- [15] 王伟. 中国油菜菌核病微生物防治研究进展[J]. 生物灾害科学, 2024, 47(2): 172-179.
- [16] 张卡, 李浩杰, 张锦芳, 等. 甘蓝型油菜菌核病抗病性研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2023, 45(6): 1095-1102.
- [17] ULOTH M B, CLODE P L, YOU M P, et al. Attack modes and defence reactions in pathosystems involving *Sclerotinia sclerotiorum*, *Brassica carinata*, *B. juncea* and *B. napus*[J]. Annals of Botany, 2016, 117(1): 79-95.
- [18] CHEN R S, WANG J Y, SARWAR R, et al. Genetic breakthroughs in the *Brassica napus*-*Sclerotinia sclerotiorum* interactions[J]. Frontiers in Plant Science, 2023, 14: 1276055.
- [19] 徐雄, 陈芳, 周训会, 等. 江西省不同品种油菜籽中芥酸含量的调查研究[J]. 现代食品, 2022, 28(19): 215-219.
- [20] 董晓芳, 佟建明. 饲料中硫代葡萄糖苷、异硫氰酸酯和噁唑烷硫酮生物作用及其检测方法[J]. 动物营养学报, 2013, 25(3): 469-478.